

PROYEK AKHIR

**ANALISIS ALIRAN DAYA PADA PENYULANG SEI KERUH
DI PT. PLN (PERSERO) UIWS2JB UP3 JAMBI ULP KUALA TUNGKAL.
MENGUNAKAN *SOFTWARE* ETAP 12.6**



Dibuat Untuk Memenuhi Persyaratan Kurikulum
Program Studi Teknik Listrik Program Diploma Tiga Fakultas Teknik

Disusun Oleh

ZAHWA BERLIANA ARTI

2100820403002

**PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BATANG HARI JAMBI
2024**

PROYEK AKHIR

**ANALISA ALIRAN DAYA PADA PENYULANG SEI KERUH
DI PT. PLN (PERSERO) UIWS2JB UP3 JAMBI ULP KUALA TUNGKAL
MENGUNAKAN *SOFTWARE* ETAP 12.6**



Dibuat Untuk Memenuhi Persyaratan Kurikulum
Program Studi Teknik Listrik Program Diploma Tiga Fakultas Teknik

Disusun Oleh

ZAHWA BERLIANA ARTI

2100820403002

**PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BATANGHARI JAMBI**

2024

HALAMAN PERSETUJUAN
ANALISA ALIRAN DAYA PADA PENYULANG SEI KERUH
DI PT. PLN (PERSERO) UIWS2JB UP3 JAMBI ULP KUALA
TUNGKAL MENGGUNAKAN *SOFTWARE* ETAP 12.6



Dengan ini dosen pembimbing sidang akhir proyek akhir program studi Diploma Tiga Teknik Listrik Fakultas Teknik Universitas Batanghari menyatakan proyek akhir dengan judul dan penyusunan sebagaimana diatas telah disetujui sesuai prosedur, ketentuan dan kelaziman yang berlaku dan dapat diajukan dalam seminar sidang akhir program studi D3 Teknik Listrik Fakultas Teknik Universitas Batanghari.

Jambi, 26 Agustus 2024

Pembimbing 1

Eko Suprpto, S. Kom, M. Kom

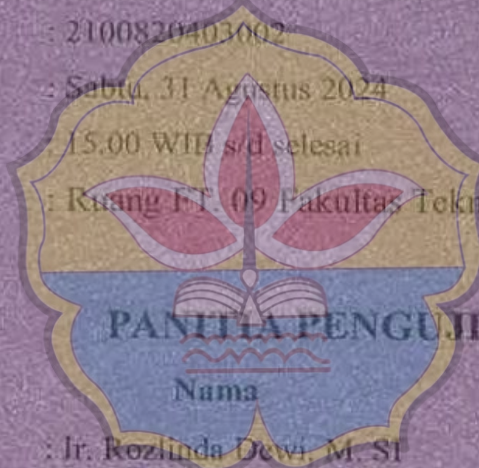
Pembimbing 2

H. NJ. Thamrin, ST, M. Eng

HALAMAN PENGESAHAN
ANALISA ALIRAN DAYA PADA PENYULANG SEI KERUH
DI PT. PLN (PERSERO) UIWS2JB UP3 JAMBI ULP KUALA
TUNGKAL MENGGUNAKAN *SOFTWARE* ETAP 12.6

Proyek akhir ini telah dipertahankan dihadapan panitia penguji ujian proyek akhir dan komprehensif dan diterima sebagai persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar sarjana Teknik pada program studi D3 Teknik Listrik Fakultas Teknik Universitas Batanghari.

Nama : ZAHWA BERLIANA ARTI
NPM : 2100820403002
Hari / Tanggal Ujian : Sabtu, 31 Agustus 2024
Jam : 15.00 WIB s.d selesai
Tempat : Ruang FT. 09 Fakultas Teknik



Jabatan

1. Ketua : Ir. Rozlinda Dewi, M. SI
2. Sekretaris : H. NJ. Thamrin, ST, M. Eng
3. Penguji I : Hj. Venny Yusiana, ST, M. Kom
4. Penguji II : Ir. S. Umar Djufri, MT
5. Penguji III : Eko Suprpto, S. Kom, M. SI

Tanda Tangan

Five handwritten signatures in blue ink, each corresponding to a member of the Exam Committee listed to the left.

Disahkan oleh:

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi Teknik Listrik

Handwritten signature in blue ink.
Dr. Ir. H. Fakhru Rozi Yamali, ME

Handwritten signature in blue ink.
Ir. S. Umar Djufri, MT

ABSTRAK

ANALISA ALIRAN DAYA PADA PENYULANG SEI KERUH DI PT. PLN (PERSERO) UIWS2JB UP3 JAMBI ULP KUALA TUNGKAL MENGUNAKAN *SOFTWARE* ETAP 12.6

Oleh : Zahwa Berliana Arti

NIM : 2100820403002

Studi aliran daya dalam sistem tenaga listrik ialah untuk memberikan informasi mengenai aliran daya berupa daya aktif dan daya reaktif serta tegangan pada suatu sistem tenaga listrik. Dengan studi aliran daya dapat mengetahui tegangan pada setiap bus dalam sistem, serta magnitudo dan sudut fasa tegangan, daya aktif dan daya reaktif yang mengalir melalui setiap saluran dalam sistem, kondisi semua peralatan, apakah telah memenuhi syarat untuk menyalurkan daya listrik yang diinginkan. Dalam penelitian ini, software ETAP digunakan untuk mempermudah dan mempercepat proses perhitungan aliran daya. Hasil analisis didapati bahwa semakin besar persentase beban trafo maka tegangan semakin kecil. Tegangan terkecil pada titik JE383 – JE507 yang terletak di ujung saluran sebesar 19.719 kV pada asumsi beban 95%. Semakin besar persentase beban trafo maka semakin besar arus. Arus terbesar terletak pada pangkal yaitu dititik PLTMG – JEX109 sebesar 49.2 A pada asumsi beban 95%.

Kata Kunci: Aliran daya; Software dan ETAP.

ABSTRACT

ANALISA ALIRAN DAYA PADA PENYULANG SEI KERUH DI PT. PLN (PERSERO) UIWS2JB UP3 JAMBI ULP KUALA TUNGKAL MENGUNAKAN SOFTWARE ETAP 12.6

By : Zahwa Berliana Arti

NIM : 2100820403002

The study of power flow in an electric power system is to provide information about power flow in the form of active power and reactive power as well as voltage in an electric power system. By studying the power flow, you can find out the voltage on each bus in the system, as well as the magnitude and phase angle of the voltage, the active power and reactive power flowing through each channel in the system, the condition of all equipment, whether it meets the requirements to distribute the desired electrical power. In this research, ETAP software is used to simplify and speed up the power flow calculation process. The results of the analysis found that the greater the transformer load percentage, the smaller the voltage. The smallest voltage at point JE383 – JE507 which is located at the end of the line is 19,719 kV with an assumed load of 95%. The greater the transformer load percentage, the greater the current. The largest current is located at the base, namely at the PLTMG – JEX109 point of 49.2 A with an assumed load of 95%.

Keywords: Power flow; Software and ETAP

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT. Berkat Rahmat dan Karunia-Nyalah sehingga penulis dapat menyelesaikan proyek akhir yang berjudul "Analisa Aliran Daya Pada Penyulang Sei Keruh Di PT. PLN (Persero) UIWS2JB UP3 Jambi ULP Kuala Tungkal Menggunakan *Software* ETAP 12.6". Ditunjukkan untuk memenuhi persyaratan kurikulum program pendidikan Diploma III (D3) pada Jurusan Teknik Listrik Universitas Batanghari Jambi.

Penulis hendak menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan moril maupun materiil selama penyusunan proyek akhir ini hingga selesai. Oleh karena itu, dengan segala hormat penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. H Fakhrol Rozi Yamali, ME selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi.
2. Bapak Ir. S. Umar Djufri, M.T selaku ketua program studi Teknik Listrik Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi.
3. Bapak Eko Suprpto, S. Kom, M.SI selaku pembimbing I pada proyek akhir ini.
4. Bapak H. NJ. Thamrin, ST, M. Eng selaku pembimbing II proyek akhir.

Penulis menyadari bahwa proyek akhir ini masih ada kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan proyek akhir ini. Akhir kata, penulis berharap semoga proyek akhir ini berguna bagi pembaca. Atas segala perhatiannya penulis mengucapkan terima kasih.

Jambi, 26 Agustus 2024

Penulis

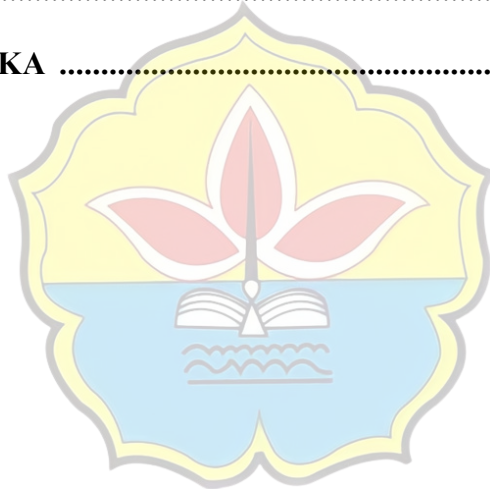
Zahwa Berliana Arti

2100820403002

DAFTAR ISI

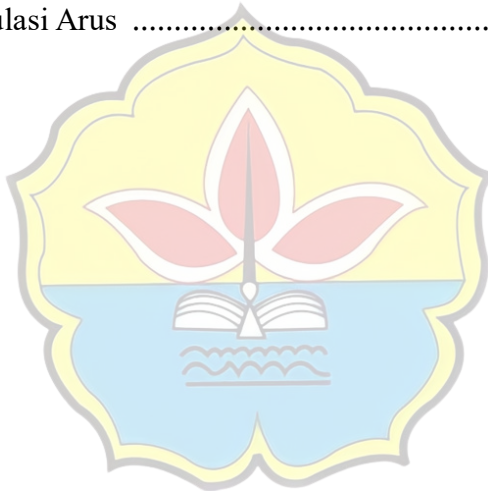
HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PERSETUJUAN	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tinjauan Pustaka Relevan	4
2.2 Representasi Sistem Tenaga Listrik	5
2.2.1 Bus Referensi (Swing atau Slack Bus)	6
2.2.2 Bus generator (Voltage Control Bus)	6
2.2.3 Beban (Load Bus)	6
2.2.4 Transformator	7
2.2.5 Saluran Transmisi	7
2.2.6 Kapasitor dan Reaktor Shunt	8
2.2.7 Kapasitansi dan Reaksitansi Kapasitif	8
2.2.8 Diagram Satu Garis	10
2.3 Persamaan Aliran Daya	12
2.4 Pengenalan ETAP	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Lokasi PLTMG	19
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	19

3.3 Peralatan Penelitian	20
3.4 Data Penelitian	22
3.5 Diagram Alir (Flowchart) Penelitian	24
BAB IV ANALISIS DAN HASIL PEMBAHASAN	25
4.1 Hasil Simulasi Pengukuran Tegangan	25
4.2 Hasil Simulasi Pengukuran Arus	28
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	31
5.1 Kesimpulan	31
5.2 Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pemetaan Hasil Penelitian Terdahulu	4
Tabel 2.2 Klasifikasi Bus Pada Sistem Tenaga	6
Tabel 2.3 Nama Peralatan Dan Lambang Peralatan	12
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian	20
Tabel 3.2 Spesifikasi Laptop	20
Tabel 3.3 Data Pembangkit & Sumber Data Diasumsikan & Digunakan	23
Tabel 4.1 Hasil Simulasi Tegangan	26
Tabel 4.2 Hasil Simulasi Arus	29



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gambar Transformator	7
Gambar 2.2 Single Line Diagram	10
Gambar 2.3 Diagram Satu Garis Suatu Sistem Tenaga Listrik	12
Gambar 2.4 Segitiga Daya	14
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	24
Gambar 4.1 Simulasi Single Line Diagram Dengan Software ETAP	25
Gambar 4.2 Hasil Simulasi Tegangan Terhadap Perubahan Persentase Beban	27
Gambar 4.3 Hasil Simulasi Arus Tegangan Terhadap Perubahan Persentase Beban	30



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam sistem tenaga listrik, aliran daya adalah keadaan di mana daya yang terdiri dari daya aktif dan daya reaktif, mengalir dari sistem pembangkit melalui saluran atau jaringan transmisi hingga mencapai sisi beban. Hasil studi aliran daya dapat digunakan untuk menentukan besaran rugi daya, tegangan, dan alokasi daya reaktif, serta kemampuan sistem untuk memenuhi beban yang lebih besar.

Studi aliran daya menunjukkan kinerja dan aliran daya (nyata dan reaktif) dalam kondisi tertentu. Ini termasuk ketika sistem beroperasi dalam keadaan tunak (steady state). Studi aliran daya juga memberikan informasi tentang beban saluran transmisi di sistem dan tegangan di setiap lokasi untuk informasi regulasi kinerja sistem tenaga. Tujuan dari studi aliran daya adalah untuk menghitung dan menentukan besaran daya nyata (real power), daya reaktif (reactive power), dan magnitudo tegangan di berbagai titik sistem daya dalam keadaan berlangsung atau diharapkan selama operasi normal.

Studi aliran daya berfungsi untuk memberikan informasi mengenai aliran daya berupa daya aktif dan daya reaktif serta tegangan pada suatu sistem tenaga listrik. Salah satu peralatan yang dapat membantu mendapatkan hasil studi aliran daya yaitu transformator, dimana pada sistem distribusi transformator bertujuan untuk mengubah tegangan menengah di sisi primer menjadi tegangan rendah pada sisi sekunder. Pada umumnya sistem distribusi menggunakan transformator hubung Delta-Wye.

Dalam penelitian ini, software komputer digunakan untuk mempermudah dan mempercepat proses perhitungan aliran daya karena

melakukannya secara manual akan sangat sulit. Berdasarkan uraian diatas, maka peneliti membahas pada studi aliran daya dengan mensimulasikan aliran daya pada sistem tenaga listrik di Gardu Induk PT. PLN (Persero) UIWS2JB UP3 Jambi Penyulang Sei Keruh menggunakan perangkat *software* ETAP 12.6

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka dapat diambil rumusan masalah adalah:

Bagaimana kondisi tegangan serta arus pada penyulang Sei Keruh di PT. PLN (Persero) UIWS2JB UP3 Jambi.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah maka tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan proyek akhir ini yaitu:

Untuk menganalisa aliran daya pada penyulang Sei Keruh di PT. PLN (Persero) UIWS2JB UP3 Jambi.

1.4 Batasan Masalah

Dikarenakan banyaknya cakupan permasalahan yang terdapat pada penulisan proyek akhir ini maka penulis perlu untuk membatasi masalah yaitu sebagai berikut :

1. Analisa aliran daya listrik memanfaatkan data hasil yang di dapat dari PT. PLN (Persero) UIWS2JB UP3 Jambi.
2. Data yang di gunakan adalah data tahun 2024.
3. *Software* yang digunakan adalah *ETAP*.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Bagi pihak Universitas, dapat mengetahui sistem kelistrikan Jambi dan

- parameter-parameter yang berhubungan dengan sistem Jambi untuk di lakukan kajian dalam proses belajar mengajar dalam perkuliahan.
2. Bagi pihak Perusahaan, dapat membandingkan efektifitas penggunaan *software* pada tugas akhir ini dan *software* yang digunakan pada perusahaan saat ini.
 3. Bagi Mahasiswa, dapat mengetahui parameter-parameter yang berhubungan dalam proses penyaluran energi listrik dari pembangkitan sampai ke beban.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan proyek akhir ini disajikan dengan sistematika sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Berisi tentang penulisan dengan menguraikan latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian, sistematika penulisan, analisis dan hasil pembahasan serta kesimpulan dan saran.

BAB II : LANDASAN TEORI

Berisi tentang representasi sistem tenaga listrik dan *software ETAP* yang digunakan untuk mensimulasikan aliran daya.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Berisi tentang metodologi penelitian pengambilan data-data yang di perlukan untuk proses pengujian menggunakan *Software ETAP*.

BAB IV : ANALISIS DAN HASIL PEMBAHASAN

Berisi tentang hasil dan pembahasan yang berisi hasil uji aliran daya listrik yang disimulasikan menggunakan *software ETAP*.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan tentang ringkasan hasil implementasi dan pengujian, serta saran tentang usulan-usulan terhadap penyelesaian lebih lanjut dari permasalahan yang dikaji.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka Relevan

Studi aliran daya merupakan perhitungan tegangan, arus, daya aktif dan daya reaktif yang terdapat pada berbagai titik jaringan listrik pada keadaan operasi normal, baik yang sedang berjalan maupun yang diharapkan akan terjadi di masa mendatang. Dengan studi aliran daya dapat mengetahui tegangan pada setiap bus dalam sistem, serta magnitudo dan sudut fasa tegangan, daya aktif dan daya reaktif yang mengalir melalui setiap saluran dalam sistem, kondisi semua peralatan, apakah telah memenuhi syarat untuk menyalurkan daya listrik yang diinginkan.

Analisis aliran daya merupakan studi yang mengungkapkan kinerja dan aliran daya (nyata dan reaktif) hanya untuk keadaan tertentu ketika sistem bekerja. Analisis aliran daya sangat penting untuk perencanaan dan pengembangan sistem di masa mendatang karena memberikan informasi tentang beban saluran transmisi, rugi-rugi daya (losses), dan tegangan di setiap lokasi untuk evaluasi kinerja sistem tenaga listrik.

Tabel 2.1 Pemetaan Hasil Penelitian Terdahulu

Nama, Judul (tahun), Penerbit	Teori Penelitian	Fokus Penelitian	Hasil Penelitian
Kurnia Indrawan, Zulfikar, Partaonan Harahap "ANALISA ALIRAN DAYA SISTEM KELISTRIKAN PADA PT. PLN PERSERO UNIT PEMBANTU SEKTOR MEDAN TITI KUNING MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP" Medan, 15 Oktober 2018	Studi analisis aliran daya dimaksudkan untuk memperoleh informasi mengenai aliran daya/tegangan pada suatu jaringan sistem tenaga listrik.	Mengetahui kondisi keseluruhan dari suatu sistem tenaga listrik serta mengetahui besar losses.	Hasil penelitian didapati kondisi sistem kelistrikan PT. PLN (Persero) Medan Titi Kuning 150 kV dalam kondisi baik karena tidak melebihi batas toleransi yang diperbolehkan.
Marceau A F Haurissa, "SIMULASI ALIRAN DAYA BERBASIS ETAP MENGGUNAKAN	Analisis aliran daya salah satu cara yang digunakan untuk mengetahui kondisi sistem tenaga listrik.	Kondisi abnormal dalam sistem seperti rugi daya (losses) dan jatuh tegangan dapat	Jatuh tegangan (under voltage) dan losses paling besar terjadi saat penyulang lateri 3

METODE NEWTON-RAPHSON PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20KV PENYULANG LATERI 2 DAN LATERI 3“ Vol. 4 No. 1, Juni 2023		diidentifikasi.	terhubung dengan GH Hative Kecil dengan jatuh tegangan mencapai 92.96% dan <i>losses</i> teknis sebesar 244.1 kW dan <i>losses</i> VAR sebesar 171.3kvar.
Umar Faruq, Akmal Ridho, Maurisio Vrayulis, Ezra Julio ”Analisa Aliran Daya Pada Sistem Tenaga Listrik Menggunakan ETAP 12.6” 28 November 2021	Analisa aliran beban pada sistem tenaga listrik sangat diperlukan dengan tujuan yaitu untuk memperbaiki dan mengoptimalkan sistem.	Menggunakan sumber listrik berupa power grid atau gardu induk dengan total kapasitas 100 mVa.	Pengujian berdasarkan komponen dan tidak terjadi kondisi kritikal yang mengharuskan dilakukan evaluasi pada komponen.
Arnawan Hasibuan, Muzamir Isa, Mohd Irwan Yusoff,, Siti Rafidah Abdul Rahim “Analisa Aliran Daya Pada Sistem Tenaga Listrik Dengan Metode Fast Decoupled Menggunakan Software Etap” Vol. 3, No. 1, Juli 2020	Dengan melakukan suatu analisa terhadap sistem tenaga merupakan salah satu cara untuk meningkatkan kualitas energi listrik.	Menggunakan software ETAP 12.6 untuk mensimulasikan aliran daya pada 37 bus sistem standar IEEE.	Diketahui aliran daya, daya aktif sebesar 2.338.000 Watt, daya reaktif sebesar 7.771.000 Var dengan total drop tegangan jaringan 220 kV sebesar 31.9%.

2.2 Representasi Sistem Tenaga Listrik

Salah satu alat yang paling penting untuk mengubah dan memindahkan energi adalah sistem tenaga listrik yang memiliki peranan penting dalam penyediaan energi di seluruh dunia. Pusat pembangkit listrik, saluran transmisi, dan sistem distribusi biasanya merupakan tiga komponen utama dalam sistem tenaga listrik. Dalam beberapa literatur, kadang-kadang juga ditambahkan substation atau biasa disebut dengan gardu induk.

Dalam kebanyakan kasus, pusat pembangkit listrik (electric power station) berada di jarak jauh dari pusat beban (load center) . Jaringan transmisi dan jaringan distribusi mengirimkan energi listrik yang dihasilkan ke pusat beban. Masing-masing sistem yang disebutkan di atas terdiri dari beberapa komponen atau peralatan yang saling terhubung.

Sebagai contoh, generator terdiri dari generator serempak, penguat (exiter), sistem pengaturan tegangan (voltage regulator), dan bagian lainnya. Sistem beban biasanya terdiri dari beban seperti motor-motor induksi, motor-motor sinkron, penerangan, pemanas, dan lainnya. Sebaliknya, sistem transmisi terdiri dari saluran transmisi, transformator, peralatan rele pengaman, pemutus rangkaian, kapasitor, dan reaktor, antara lain.

2.2.1 Bus Referensi (Swing atau Slack Bus)

Bus ini berfungsi untuk mensuplai kekurangan daya aktif (P) dan daya reaktif (Q) dalam sistem. Parameter atau besaran yang ditentukan adalah tegangan (V) dan sudut fasa (δ). Setiap sistem tenaga listrik hanya terdapat 1 bus referensi, yaitu bus yang di dalamnya terdapat pembangkit atau generator dengan kapasitas terbesar di semua pembangkit lain yang ada di sistem.

2.2.2 Bus generator (Voltage Control Bus)

Bus ini memiliki bus yang tegangannya dapat dikontrol melalui pengaturan daya reaktif agar tegangannya tetap. Dua parameter atau besaran yang diketahui adalah daya aktif (P) dan tegangan (V). PV bus merupakan nama dari bus ini.

2.2.3 Beban (Load Bus)

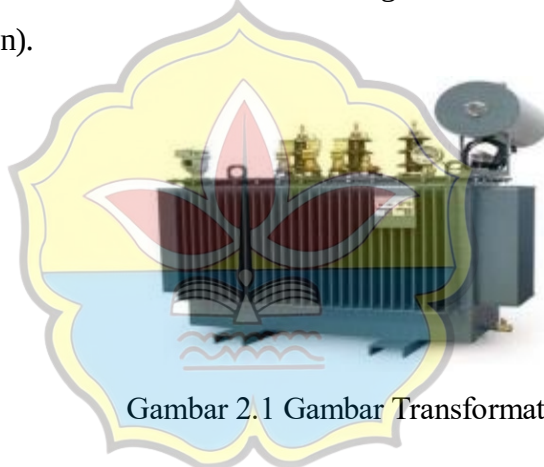
Bus ini merupakan bus yang terhubung ke beban sistem. Bus ini juga disebut sebagai PQ bus dan parameter atau besarnya adalah daya aktif (P) dan daya reaktif (Q). Klasifikasi bus pada sistem tenaga dapat di lihat pada tabel berikut.

Tabel 2.2 Klasifikasi Bus Pada Sistem Tenaga

Jenis Bus	Besaran yang diketahui	Besaran yang tidak diketahui
Bus beban (atau rel PQ)	P, Q	V, δ
Bus generator atau Bus kontrol tegangan (atau Bus PV)	P, V	Q, δ
Bus pedoman atau <i>slack bus</i>	V, $\delta = 0$	P, Q

2.2.4 Transformator

Salah satu alat listrik yang bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnet dikenal sebagai transformator. Transformator memiliki kemampuan yang dapat memindahkan dan mengubah energi listrik dari satu atau lebih rangkaian listrik ke rangkaian listrik lain dengan menggunakan gandingan magnet. Jika transformator menerima energi pada tegangan rendah dan mengubahnya menjadi tegangan yang lebih tinggi, maka disebut sebagai transformator penaik (step-up). Sebaliknya, jika transformator menerima energi pada tegangan tertentu dan mengubahnya menjadi tegangan yang lebih rendah, maka disebut sebagai transformator penurun (step-down).



Gambar 2.1 Gambar Transformator

2.2.5 Saluran Transmisi

Saluran transmisi tegangan tinggi memiliki tegangan 70kV, 150kV, atau 500kV. Dalam praktek saat ini khusus untuk tegangan 500kV disebut sebagai tegangan ekstra tinggi. Setelah tenaga listrik disalurkan ke gardu induk, lalu transformator step-down menurunkan tegangannya menjadi tegangan menengah yang juga dikenal sebagai tegangan distribusi primer.

Dengan kecenderungan saat ini, tegangan distribusi primer PLN yang berkembang adalah tegangan 20kV. Setelah tenaga listrik disalurkan melalui jaringan distribusi primer atau Jaringan Tegangan Menengah (JTM), kemudian tenaga listrik diturunkan lagi

tegangannya ke gardu-gardu distribusi menjadi tegangan rendah, yaitu 380/220 volt. Selanjutnya, tegangan ini kemudian disalurkan melalui Jaringan Tegangan Rendah (JTR) ke rumah-rumah konsumen PLN.

2.2.6 Kapasitor dan Reaktor Shunt

Pemasangan kapasitor shunt mengurangi daya nyata (VA) yang diserap dari sumber karena faktor daya rendah menyebabkan beban menarik daya reaktif yang cukup tinggi. Selain itu, daya nyata secara keseluruhan yang ditarik dari instalasi meningkat sebagai akibat dari faktor daya rendah. Nilai VA yang menurun ini disebabkan oleh perbedaan daya nyata yang diukur sebelum dan sesudah pemasangan kapasitor shunt.

Pada saat beban tinggi, sistem pembangkit yang ada dihubungkan dengan pembangkit lain melalui saluran transmisi 150kV pada saat beban ringan, maka sistem dilepas. Hal ini dilakukan untuk mengantisipasi peningkatan kebutuhan listrik dalam jangka panjang. Namun, efek yang timbul akan melebihi batas toleransi dan akan memengaruhi perubahan tegangan pada gardu induk. Memasang reaktor shunt pada gardu induk memungkinkan kestabilan tegangan sistem pada gardu induk tersebut. Reaktor shunt dapat menstabilkan tegangan listrik baik saat tegangan turun atau naik melebihi batasan toleransinya.

2.2.7 Kapasitansi dan Reaksitansi Kapasitif

Kapasitansi saluran transmisi adalah akibat beda potensial antara penghantar dengan penghantar atau penghantar dengan ground (tanah), Kapasitansi menyebabkan penghantar tersebut bermuatan seperti yang terjadi pada plat kapasitor bila terjadi beda potensial di antaranya, kapasitansi antara penghantar sejajar dan penghantar ke ground adalah suatu konstanta yang bergantung pada tegangan dan

jarak pemisah antar penghantar, jika saluran daya yang panjangnya kurang dari 80 km (50 mil), pengaruh kapasitansinya kecil dan biasanya dapat diabaikan. Namun, untuk saluran-saluran yang lebih panjang dengan tegangan yang lebih tinggi, kapasitansinya menjadi bertambah besar dan tidak bisa diabaikan lagi.

Suatu tegangan bolak-balik yang terpasang pada saluran transmisi akan menyebabkan muatan pada penghantar-penghantarnya di setiap titik bertambah atau berkurang sesuai dengan kenaikan dan penurunan nilai sesaat tegangan antara penghantar pada titik tersebut. Aliran muatan listrik dan arus yang di sebabkan oleh pengisian dan pengosongan bolak-balik (alternate charging and discharging) saluran karena tegangan bolak-balik disebut arus pengisian saluran. Arus pengisian mengalir dalam saluran transmisi meskipun saluran itu dalam keadaan terbuka. Hal ini mempengaruhi jatuh tegangan sepanjang saluran, efisiensi dan faktor daya saluran serta kestabilan sistem di mana saluran tersebut merupakan salah satu bagiannya (Budianto, 2012).

Untuk keperluan analisa dan perhitungan maka diagram pengganti biasanya dibagi dalam 3 kelas, yaitu:

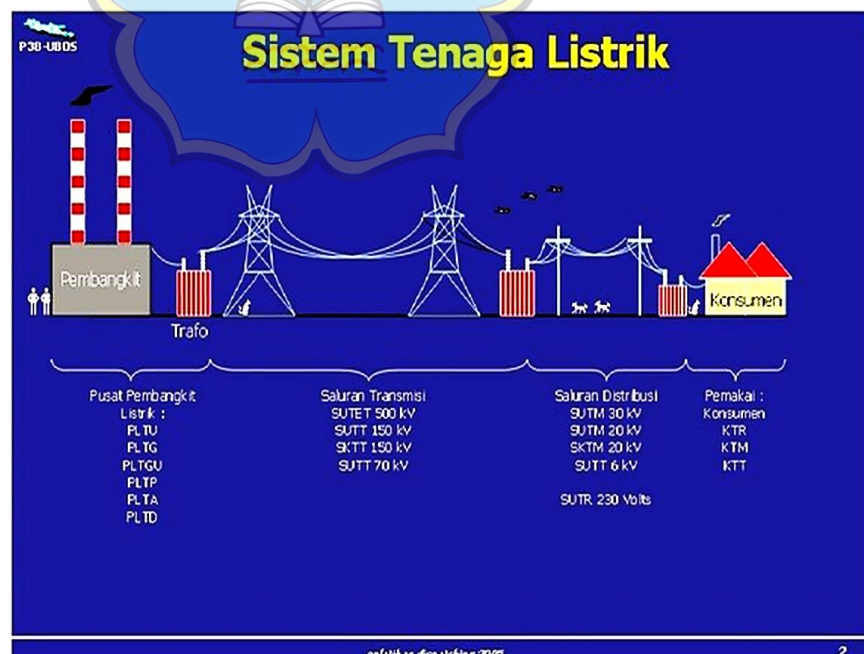
1. Saluran pendek (< 80 km)
2. Saluran menengah (80 - 250 km)
3. Saluran panjang (> 250 km)

Klasifikasi saluran transmisi harus didasarkan atas besar atau kecilnya kapasitansi ke tanah. Jika kapasitansi ke tanahnya kecil dengan demikian arus bocor ke tanah kecil terhadap arus beban, maka dalam hal ini kapasitansi ke tanah dapat diabaikan dan disebut saluran pendek. Namun, jika kapasitansi ke tanah sudah mulai besar sehingga tidak dapat diabaikan tetapi belum terlalu besar, maka ini masih dapat dianggap seperti kapasitansi terpusat (lumped capacitance) dan ini disebut saluran menengah. Bila kapasitansi itu besar sekali sehingga tidak mungkin lagi dianggap sebagai kapasitansi terpusat dan harus

dianggap terbagi rata sepanjang saluran, maka dalam hal ini di namakan saluran panjang. Seperti diketahui semakin tinggi tegangan operasi maka kemungkinan timbulnya korona akan sangat besar. Korona ini akan memperbesar kapasitansi, dengan demikian memperbesar arus bocor. Jadi ada kalanya walaupun panjang saluran hanya 50 km, misalnya bila tegangan kerja sangat tinggi tegangan ekstra tinggi (EHV), apalagi tegangan ultra tinggi (UHV) maka kapasitansi relatif besar sehingga tidak mungkin lagi diabaikan walaupun panjang saluran hanya 50 km.

2.2.8 Diagram Satu Garis

Diagram segaris (single line diagram) merupakan diagram dari suatu sistem tenaga listrik yang sederhana, diagram ini menunjukkan penggambaran dari penyelesaian sistem tiga fasa yang seimbang dengan menggunakan rangkaian satu fasa dimana sebuah jalur netral sebagai jalan balik.



Gambar 2.2 Single Line Diagram

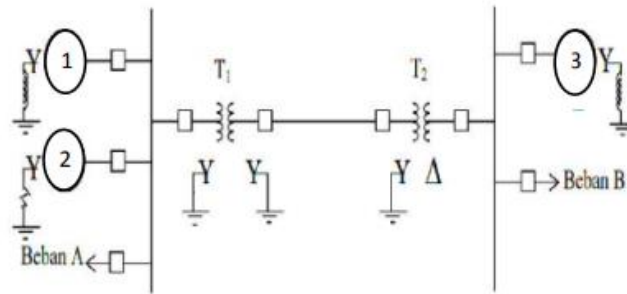
Sering kali diagram tersebut disederhanakan lagi dengan mengabaikan jalur netralnya dan hanya menampilkan bagian-bagian

komponen dengan lambang standar sebagai pengganti rangkaian ekivalennya. Dengan demikian diagram satu garis menunjukkan suatu garis dan lambang-lambang standar saluran transmisi serta berbagai peralatan yang terkait dengan sistem tenaga listrik.

Penggambaran dari diagram satu garis bertujuan untuk memberikan penjelasan yang penting secara singkat mengenai sistem tenaga listrik. Tetapi untuk mengetahui gambaran dari suatu sistem tenaga listrik dalam keadaan berbeban atau ketika sistem mengalami gangguan, maka sebelumnya diagram satu garis tersebut harus diubah menjadi diagram impedansi yang menunjukkan rangkaian ekivalen masing-masing komponen sistem tersebut dengan berpedoman pada salah satu sisi yang sama pada transformator.

Keterangan mengenai sifat-sifat yang penting dari suatu sistem berbeda-beda tergantung dari masalah yang akan ditinjau sesuai dengan maksud dari diagram tersebut dibuat misalnya, dalam penyelesaian studi aliran daya, lokasi dari pemutus rangkaian dan relay tidaklah penting. Karena itu pemutus dan relay tidak ditampilkan apabila fungsi utama dari diagram tersebut adalah untuk memberikan keterangan mengenai studi semacam itu.

Diagram satu garis juga memberikan keterangan mengenai transformator arus dan transformator tegangan yang menghubungkan relay-relay ke sistem atau yang hanya dipasang untuk keperluan pengukuran. Keterangan yang diperoleh dari diagram satu garis diharapkan dapat berubah-ubah menurut masalah yang sedang dihadapi.



Gambar 2.3 Diagram Satu Garis Suatu Sistem Tenaga Listrik

Lembaga Standar Nasional Amerika (American National Standar Institute – ANSI) dan Lembaga Insinyur Listrik dan Elektronika (Institute of Electrical and Electronics Engineers) telah menerbitkan suatu himpunan lambang standar untuk diagram-diagram listrik. Tabel 2.3 menunjukkan lambang-lambang peralatan yang sering digunakan dalam menggambar diagram satu garis.

Tabel 2.3 Nama Peralatan Dan Lambang Peralatan

No.	Nama Peralatan	Lambang
1.	Mesin arus jangkar berputar	
2.	Transformator daya dua kumparan	
3.	Transformator daya tiga kumparan	
4.	Sekering (fuse)	
5.	Transformator arus	
6.	Transformator potensial	
7.	Ampere meter	
8.	Volt meter	
9.	Pemutus rangkaian daya	
10.	Pemutus rangkaian udara	
11.	Hubungan delta tiga kawat fasa	
12.	Hubungan wye (Y) tiga fasa netral tak di tanahkan	
13.	Hubungan wye (Y) tiga fasa netral di tanahkan	

2.3 Persamaan Aliran Daya

Dalam analisis rangkaian listrik, dilakukan idealisasi sumber tegangan dinyatakan sebagai sumber tegangan ideal atau sumber arus ideal, dan beban dinyatakan sebagai impedansi dengan karakteristik linier, sumber tegangan ideal A V 19 memberikan daya ke rangkaian pada tegangan tertentu,

berapapun besar arus yang dibutuhkan oleh rangkaian sumber arus ideal memberikan daya ke rangkaian pada arus tertentu, berapapun tegangan yang diperlukan oleh rangkaian, oleh karena itu apabila rangkaian merupakan rangkaian linier, terdapat hubungan linier antara tegangan, arus dan impedansi, sehingga dalam melakukan analisis kita menghadapi persamaan-persamaan linier.

Pengubah rangkaian yang dilibatkan langsung dalam perhitungan adalah tegangan dan arus, sedangkan daya dihitung sebagai perkalian tegangan dan arus. Tegangan dan arus memberikan relasi-relasi linier sedangkan relasi daya tidaklah linier. Analisis aliran daya pada sistem tenaga, bertujuan untuk melihat bagaimana aliran daya dalam sistem, peubah yang terlibat dalam perhitungan adalah daya, dengan menggunakan daya sebagai peubah sebagai peubah dalam perhitungan, maka persamaan yang kita hadapi menjadi bukan persamaan linier. Sumber daya merupakan sumber daya yang hanya boleh beroperasi pada batas daya dan tegangan tertentu, sementara itu beban adalah bagian rangkaian yang menyerap daya, sehingga dapat dinyatakan sebagian besar daya yang diminta atau diperlukan pada tegangan tertentu. Suatu permintaan daya hanya dapat dilayani selama pembebanan tidak melampaui batas daya yang mampu disediakan oleh sumber daya. Jadi walaupun rangkaian tetap rangkaian linier namun relasi daya antara sumber dan beban tidaklah linier. Oleh karena itu jika persamaan rangkaian dengan daya sebagai peubah merupakan persamaan nonlinier.

Segitiga daya juga dikenal sebagai Power Triangle adalah sebuah konsep trigonometri yang digunakan untuk menghitung dan memahami hubungan antara tiga jenis daya listrik: daya aktif, daya semu, dan daya reaktif.

Rumus Segitiga Daya

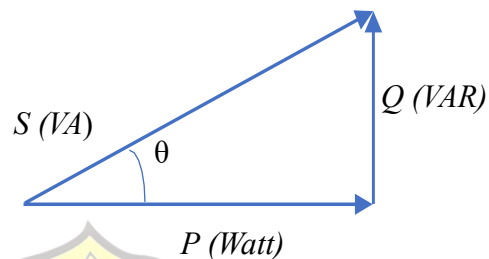
Pada listrik satu fasa:

- $P = V \times I \times \cos \phi$
- $S = V \times I$
- $Q = V \times I \times \sin \phi$

Pada listrik tiga fasa:

- $P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi$
- $S = V \times I \times \sqrt{3}$
- $Q = V \times I \times \sin \phi \times \sqrt{3}$

Segitiga daya terdiri dari Daya Aktif (P), Daya reaktif (Q) dan Daya Semu (S), seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 2.4 Segitiga Daya

(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Dari hubungan segitiga pada gambar diatas, maka didapat persamaan sebagai berikut :

$$S = V \times I \dots\dots\dots (\text{Persamaan 2.1})$$

$$P = V \times I \times \cos \phi \dots\dots\dots (\text{Persamaan 2.2})$$

$$Q = V \times I \times \sin \phi \dots\dots\dots (\text{Persamaan 2.3})$$

Keterangan :

S = Daya Nyata (Volt Ampere) (VA)

P = Daya Aktif (Watt) (W)

Q = Daya Reaktif (Volt Ampere) (VA)

V = Tegangan (Volt) (V)

I = Arus (A)

$\cos \phi$ = Rasio Perbandingan Sudut Daya Aktif (W) dan Daya Nyata (VA)

$\sin \phi$ = Rasio Perbandingan Sudut Daya Aktif (W) dan Daya Reaktif (KVAR).

Penerapan pada segitiga daya digunakan untuk mengoptimalkan penggunaan daya listrik dalam berbagai aplikasi, diantaranya seperti perencanaan sistem distribusi listrik, perawatan peralatan listrik, dan

penghematan energi. Dengan demikian, segitiga daya merupakan alat penting dalam mengelola dan mengoptimalkan penggunaan daya listrik dalam berbagai aplikasi industri dan domestik.

2.4 Pengenalan ETAP

ETAP (Electric Transient and Analysis Program) merupakan suatu perangkat lunak yang mendukung sistem tenaga listrik. Perangkat ini mampu bekerja dalam keadaan offline untuk simulasi tenaga listrik, online untuk pengelolaan data real time atau digunakan untuk mengendalikan sistem secara real-time. Fitur yang terdapat didalamnya pun juga bermacam-macam antara lain fitur yang digunakan untuk menganalisa pembangkitan tenaga listrik, sistem transmisi maupun sistem distribusi tenaga listrik.

ETAP (Electrical Transient Analisis Program) Power Station juga merupakan salah satu software yang dapat digunakan untuk perhitungan aliran daya pada sistem tenaga listrik. Dengan menggunakan *software* ETAP Power Station akan dapat menganalisis sistem tenaga listrik yang sangat luas.

ETAP ini awalnya dibuat dan dikembangkan untuk meningkatkan kualitas keamanan fasilitas nuklir di Amerika Serikat yang kemudian dikembangkan lagi menjadi sistem monitor manajemen energi secara real time, simulasi, kontrol, dan optimasi sistem tenaga listrik, (Awaluddin, 2007). ETAP dapat digunakan untuk membuat proyek sistem tenaga listrik dalam bentuk diagram satu garis (one line diagram) dan jalur sistem pentanahan untuk berbagai bentuk analisis, antara lain: aliran daya, hubung singkat, starting motor, transient stability, koordinasi relay proteksi dan sistem harmonisasi.

Etap Power Station memungkinkan untuk bekerja secara langsung dengan tampilan gambar single line diagram/diagram satu garis. Program ini dirancang sesuai dengan tiga konsep utama:

1. Virtual Reality Operasi

Sistem operational yang ada pada program sangat mirip dengan sistem operasi pada kondisi real-nya. Misalnya, ketika membuka atau

menutup sebuah sirkuit breaker, menempatkan suatu elemen pada sistem, mengubah status operasi suatu motor dan untuk kondisi de-energized pada suatu elemen dan sub-elemen sistem ditunjukkan pada gambar single line diagram dengan warna abu-abu.

2. Total Integration Data

Etap Power Station menggabungkan informasi sistem elektrikal, sistem logika, sistem mekanik, dan data fisik dari suatu elemen yang dimasukkan dalam sistem database yang sama. Misalnya, untuk elemen sebuah kabel, tidak hanya berisikan data kelistrikan dan tentang dimensi fisik nya, tapi juga memberikan informasi melalui raceways yang di lewati oleh kabel tersebut. Dengan demikian, data untuk satu kabel dapat digunakan untuk dalam menganalisa aliran beban (load flow analysis) dan analisa hubung singkat (*short-circuit analysis*) yang membutuhkan parameter listrik dan parameter koneksi serta perhitungan ampacity derating suatu kabel yang memerlukan data fisik routing.

3. Simplicity in Data Entry

Etap Power Station memiliki data yang detail untuk setiap elemen yang digunakan. Dengan menggunakan editor data, dapat mempercepat proses entri data suatu elemen. Data-data yang ada pada program ini telah di masukkan sesuai dengan data-data yang ada di lapangan untuk berbagai jenis analisa atau desain.

2.4.1 Fitur Lengkap ETAP

1. Network Analysis :

- Arc Flash
- Short Circuit
- Device Coordination & Sequence of Operation
- Load Flow
- Load Analyzer
- Motor Acceleration
- Harmonics
- Transient Stability

- Parameter Estimation
- Panel Systems
- Switching Sequence Management

2. Cable Systems :

- Cable Ampacity & Sizing
- Cable Pulling
- Load Flow
- U/G Duct Banks
- Thermal Analysis

3. DC Systems :

- Load Flow & Short Circuit
- Battery Systems
- Control Systems

4. Transmission & Distribution :

- Transmission Line
- Sag & Tension
- Multi-Phase System
- Unbalanced Load Flow
- Optimal Power Flow
- Capacitor Placement
- Reliability Assessment
- Ground Grid Systems
- Wind Turbine Generator
- GIS Map

5. Real-Time Solutions :

- Monitoring & Trending
- State Estimator

- Event Playback
- Remote Control & Automation
- Energy Accounting
- Real-Time Simulation
- Load Forecasting
- Intelligent Load Shedding
- Automatic Generation Control
- Substation Automation



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi PLTMG

Lokasi PLTMG 6,8 MW pada penelitian ini terletak di wilayah sistem distribusi Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Provinsi Jambi merupakan salah satu Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas (PLTMG) di Kabupaten Tanjung Jabung Barat. Pembangkit ini berfungsi sebagai penghasil energi listrik menggunakan gas. Hasil energi kemudian di distribusikan kepada masyarakat dan industri.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

3.2.1 Tempat

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Listrik Fakultas Teknik Universitas Batanghari, dimana data diperoleh dari PT. PLN (Persero) UIWS2JB UP3 Jambi kemudian disimulasikan menggunakan *software* ETAP.

3.2.2 Waktu

Untuk waktu pelaksanaannya, pada penelitian ini dilaksanakan pada semester Genap 2023/2024. Adapun jadwal pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Tahun 2023/2024									
		Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags
1	Tahap Persiapan Penelitian										
	a. Penyusunan dan pengajuan judul										
	b. Pengajuan proposal										
2	Tahap Pelaksanaan										
	a. Pengumpulan data										
	b. Analisis data										
3	Tahap Penyusunan Laporan										
4	Sidang Proyek Akhir										

(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

3.3 Peralatan Penelitian

Adapun peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Satu Unit Laptop

Spesifikasi Laptop yang dipakai pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3.2 Spesifikasi Laptop

No.	Nama	Spesifikasi
1.	Device Name	ADVAN SOULMATE
2.	Processor	Intel(R) Celeron(R) N4020 CPU @ 1.10GHz 1.10 GHz
3.	Installed RAM	4,00 GB (3.82 GB usable)
4.	Device ID	302ADF1C-663C-4FCD-AAAD-4B417B2BE9AE
5.	Product ID	00342-43355-47791-AAOEM

2. Software ETAP

Sebelum menginstal software ETAP 12.06, harus memastikan komputer/laptop yang akan digunakan memenuhi perangkat keras dan perangkat lunak yang sesuai dan disarankan. Seperti yang dicantumkan di

bawah ini :

Sistem Operasi (32-bit atau 64 bit)

- Microsoft® Server 2012 (Standar)
- Microsoft Windows® 8 & 8.1 (Standar, Profesional)
- Microsoft Windows 7 (Home Premium, Professional, Ultimate) (SP 1)
- Microsoft Windows Vista (Home Premium, Bisnis, Perusahaan) (SP 2)
- Microsoft Windows XP (Edisi Rumah, Profesional) (SP 3)
- Microsoft Server 2008 R2 (Standar)
- Microsoft Server 2008 (Standar)
- Microsoft Server 2003 R2 (Standar) (SP 2)
- Microsoft Server 2003 (Standar) (SP 2)

Persyaratan Perangkat Lunak Lainnya

- Internet Explorer® 5.01 atau lebih tinggi (atau level versi minimum yang ditentukan oleh Sistem Operasi)
- Microsoft.NET Framework v3.5 (SP 1)
- Microsoft SQL Server Compact 3.5 (SP2)

Persyaratan Konfigurasi PC

- Port USB (jika diperlukan lisensi yang berdiri sendiri)
- Port Ethernet dengan akses jaringan (jika diperlukan lisensi jaringan)
- DVD Drive 10 hingga 80 GB ruang hard disk (berdasarkan ukuran proyek, jumlah bus)
- Monitor 19" direkomendasikan (monitor ganda sangat direkomendasikan)
- Resolusi tampilan yang disarankan -1280 X 1024

Persyaratan Perangkat Keras yang Direkomendasikan

- **100 Proyek Bus**

Intel Dual/Quad core – 2.0 GHz atau lebih baik (atau setara)
RAM 2 GB

- **500 Proyek Bus**

Intel Dual/Quad core – 2.0 GHz atau lebih baik (atau setara)
RAM 4 GB

- **1.000 Proyek Bus**

Intel Dual/Quad core – 3,0 GHz dengan Hyper-Threading & bus
kecepatan tinggi (atau setara)
RAM 8 GB (kecepatan tinggi)
Sistem Operasi 64-bit

- **10.000 Proyek Bus dan Lebih Tinggi**

Intel Dual/Quad core – 3,0 GHz dengan Hyper-Threading & bus
kecepatan tinggi (atau setara)
RAM 12 GB (kecepatan tinggi)
Sistem Operasi 64-bit

3.4 Data Penelitian

3.4.1 Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung berdasarkan sumber asli. Data primer pada penelitian ini yaitu :

- a. Single Line Diagram
- b. Data panjang saluran

- c. Data beban trafo
- d. Data jarak semua unit

Pada tabel berikut ini merupakan jenis dan sumber data yang digunakan:

Tabel 3.3 Data Pembangkit Dan Sumber Data Yang Diasumsikan Dan Digunakan

No.	Jenis	Sumber	Keterangan
1.	Spesifikasi Pembangkit	PLN	6,8 MW/197 A
2.	Single line dari GI ke Feeder	PLN	
3.	Data masing-masing penyulang : • Tegangan ujung masing-masing feeder • Jumlah trafo • Jenis dan ukuran konduktor • Beban puncak pada masing-masing trafo • Dan panjang saluran • Cos ϕ • Tegangan menengah • Beban trafo	PLN Asumsi Asumsi Asumsi	Data pada tahun 2024 0,85 20,5 kV 80%, 85%, 90%, 95%

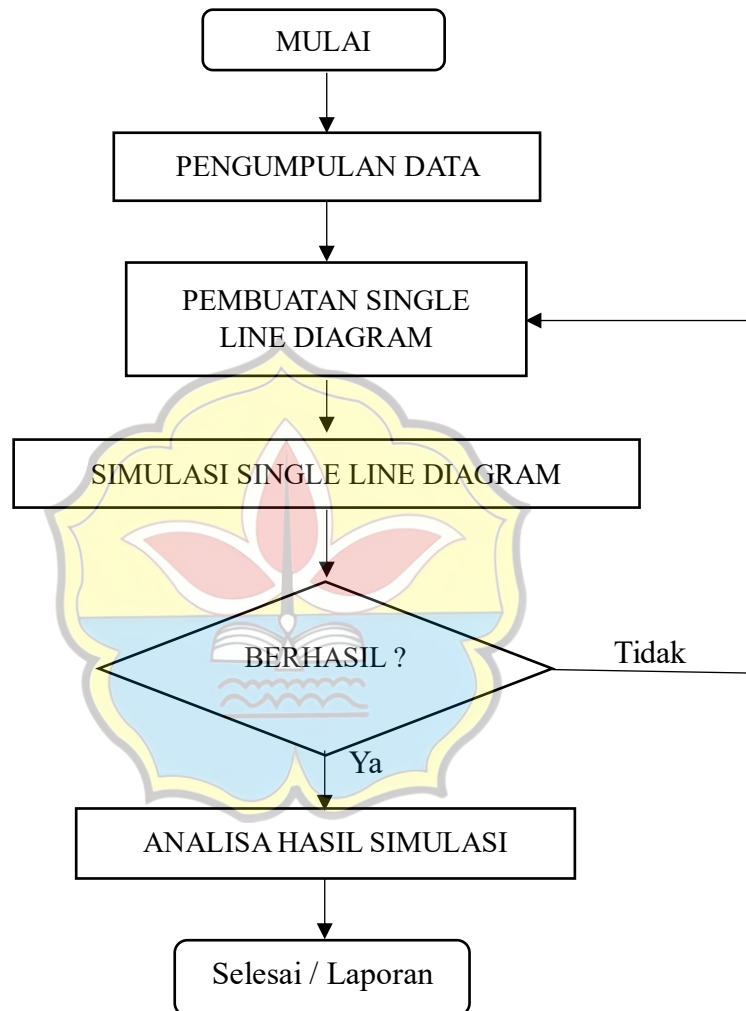
(Sumber : PT. PLN (Persero) UP3 Jambi)

3.4.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang sumbernya diperoleh dari beberapa media perantara. Pada penelitian ini, data sekunder di dapatkan melalui teori, studi literatur dan jurnal ilmiah.

3.5 Diagram Alir (Flowchart) Penelitian

Proses berlangsungnya pelaksanaan penelitian ini akan disajikan dalam bentuk alur diagram alir (*flowchart*) berikut ini :



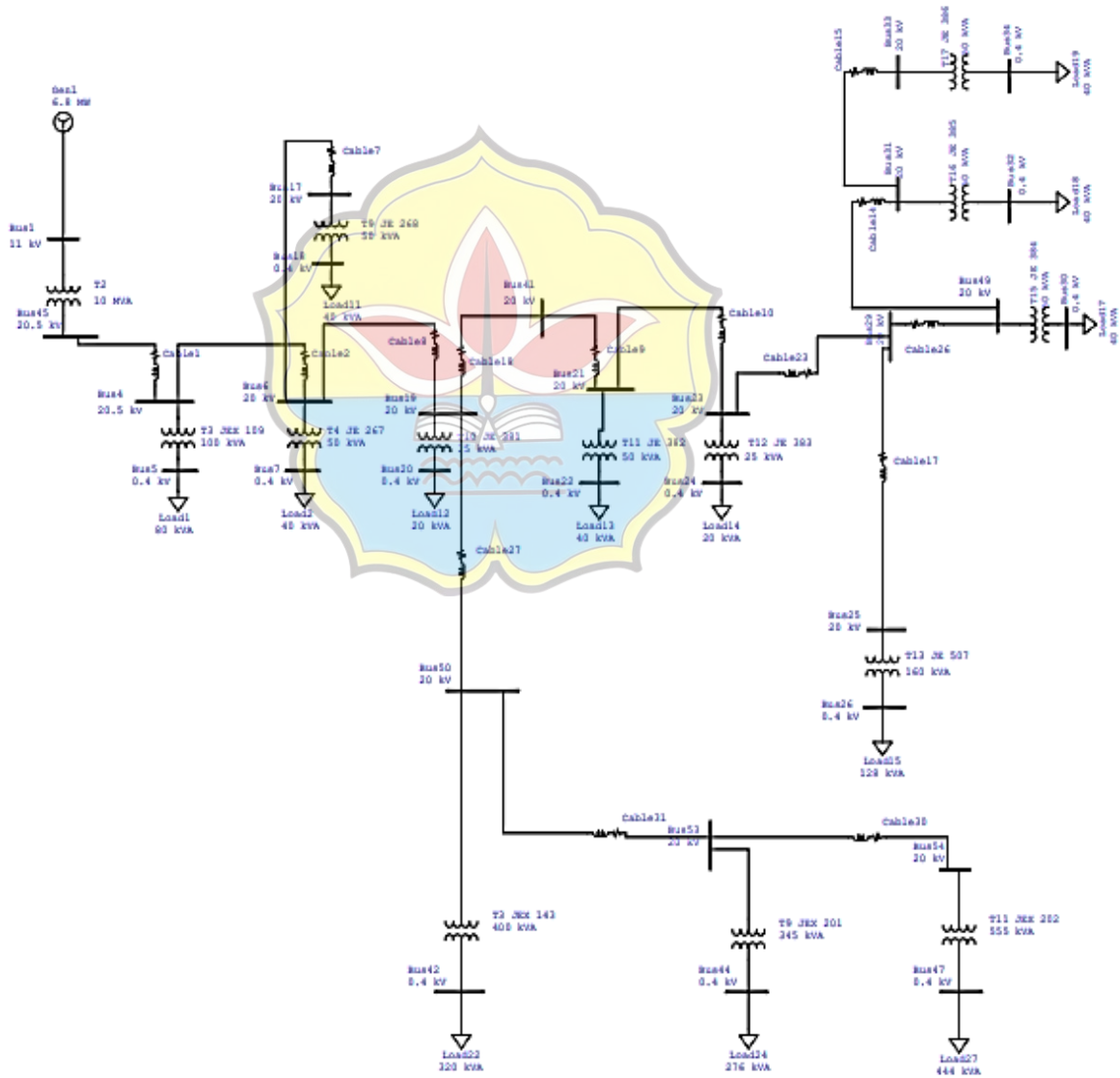
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

BAB IV

ANALISIS DAN HASIL PEMBAHASAN

4.1 Hasil Simulasi Pengukuran Tegangan

Gambar single line diagram penyulang Sei Keruh yang digambar menggunakan *software* ETAP dapat dilihat pada gambar 4.1



Gambar 4.1 Simulasi Single Line Diagram Dengan Software ETAP

Pada simulasi pengukuran tegangan pada penyulang Sei Keruh diasumsikan semua trafo dibebani dengan beban 80%, 85%, 90%, dan 95% dari kapasitas trafo yang ada.

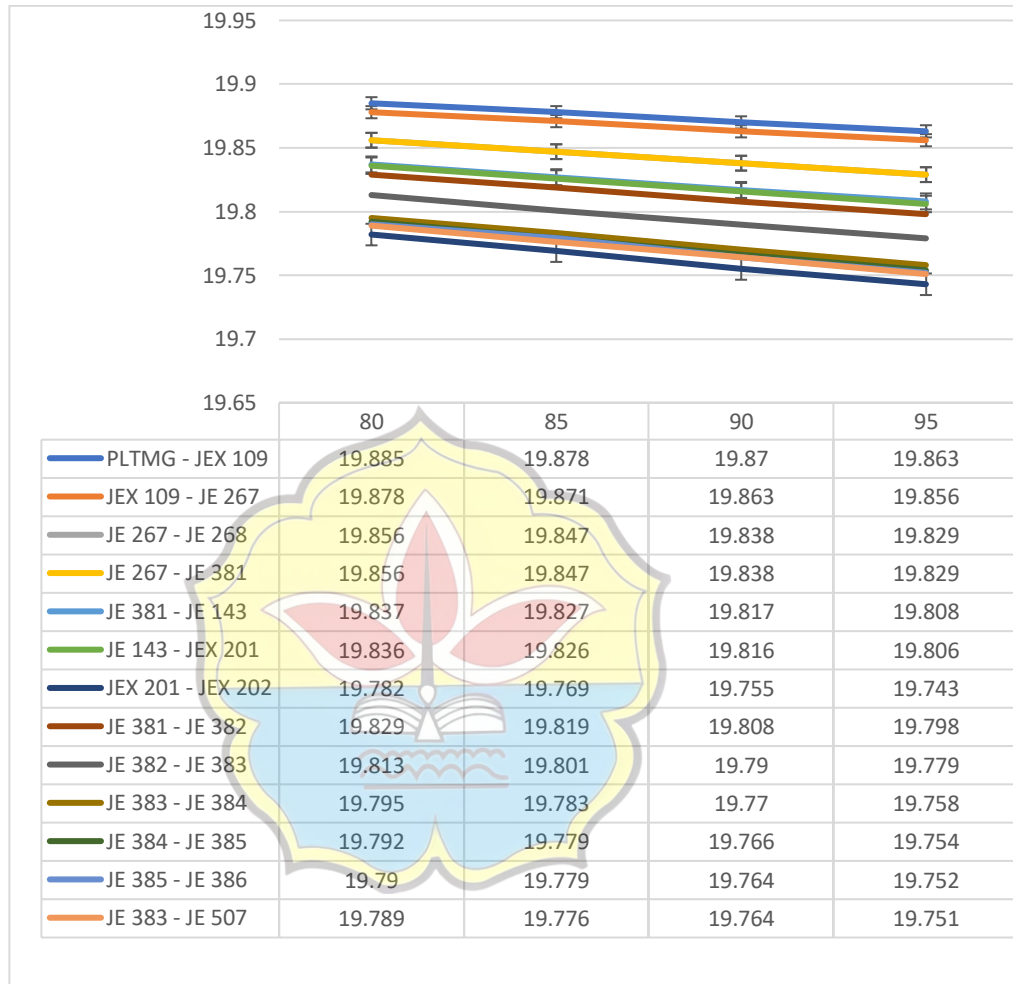
Berdasarkan hasil simulasi menggunakan software ETAP didapat hasil simulasi yang ditunjukkan pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Hasil Simulasi Tegangan

No	Lokasi	Asumsi Semua Beban Trafo (%)			
		80	85	90	95
		Drop Tegangan (kV)	Drop Tegangan (kV)	Drop Tegangan (kV)	Drop Tegangan (kV)
1	PLTMG - JEX109	19.885	19.878	19.87	19.863
2	JEX109 - JE267	19.878	19.871	19.863	19.856
3	JE267 - JE268	19.856	19.847	19.838	19.829
4	JE267 - JE381	19.856	19.847	19.838	19.829
5	JE381 - JE143	19.837	19.827	19.817	19.808
6	JE143 - JEX201	19.836	19.826	19.816	19.806
7	JEX201 - JEX202	19.782	19.769	19.755	19.743
8	JE381 - JE382	19.829	19.819	19.808	19.798
9	JE382 - JE383	19.813	19.801	19.79	19.779
10	JE383 - JE384	19.795	19.783	19.77	19.758
11	JE384 - JE385	19.792	19.779	19.766	19.754
12	JE385 - JE386	19.791	19.779	19.764	19.752
13	JE383 - JE507	19.789	19.776	19.764	19.751

Berikut ini disajikan hasil simulasi pada *software* ETAP berupa grafik :

Grafik Hasil Simulasi *Software* ETAP



Gambar 4.2 Hasil Simulasi Tegangan Terhadap Perubahan Persentase Beban

Dari tabel 4.1 dapat dianalisa bahwa tegangan terkecil pada saluran 20 kV terletak dititik JE383 - JE507 dengan asumsi beban semua trafo 95%, hasil simulasinya adalah 19.751 kV. Sedangkan tegangan terbesar adalah 19.885 kV dengan asumsi beban 80%.

Perbandingan tegangan pada tabel 4.1 jika dilihat pada nomor 1 sampai nomor 13 tegangan semakin kecil terhadap beban persentase trafo. Semakin besar

beban trafo maka tegangannya semakin kecil. Sebagai contoh, di nomor 13 pada JE383 didapat hasil simulasi untuk beban 80% sama dengan 19.789 kV;

Untuk beban 85% tegangan sama dengan 19.776 kV;

Untuk beban 90% tegangan sama dengan 19.764 kV;

Untuk beban 95% tegangan sama dengan 19.751 kV;

Jika dianalisa lokasi, pangkal maupun ujung single line. Pada tabel 4.1 ditampilkan bahwa semakin jauh dari PLTMG Purwodadi maka tegangannya semakin kecil. Sebagai contoh, pada beban 80% dititik PLTMG – JEX109 yang merupakan pangkal lokasi tegangannya sebesar 19.885 kV. Sedangkan JE383 – JE507 yang merupakan ujung single line tegangannya sebesar 19.789 kV. Begitu juga halnya dengan beban 90% dan beban 95%.

4.2 Hasil Simulasi Pengukuran Arus

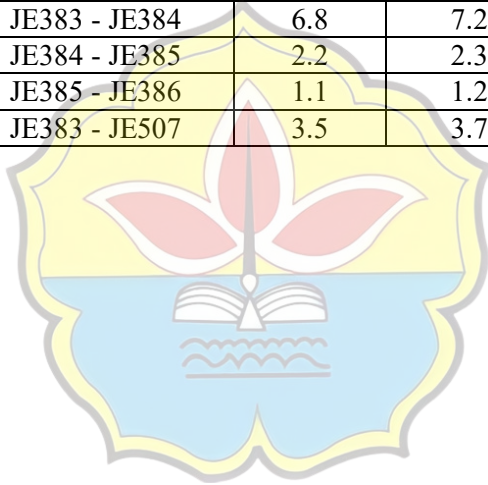
Pada tabel 4.2 dapat di analisa bahwa arus terkecil pada saluran 20 kV terletak dititik JE383 – JEX507 dengan asumsi semua beban trafo 80%, hasil simulasinya adalah 3.5 A.

Sedangkan arus terbesar adalah 4.1 A dengan asumsi beban 95%. Perbandingan arus pada tabel 4.2 jika dilihat dari nomor 1 sampai nomor 13 arus semakin besar terhadap persentase beban trafo. Semakin besar beban trafo, maka arus semakin besar. Sebagai contoh, di nomor 1 pada PLTMG – JEX109 didapat hasil simulasi untuk beban 80% sama dengan 41.9 A, 85% 44.4 A, 90% 46.9 A, dan 95% 49.3 A.

Jika di analisa, lokasi, pangkal maupun ujung single line pada tabel 4.2 ditampilkan bahwa semakin jauh dari PLTMG Purwodadi maka arusnya semakin kecil. Sebagai contoh, pada beban 80% dititik PLTMG – JEX109 yang merupakan pangkal lokasi arusnya sebesar 41.9 A. Sedangkan JE383 – JE507 yang merupakan ujung single line arusnya sebesar 3.5 A. Begitu juga halnya dengan beban 85%, 90% dan beban 95%.

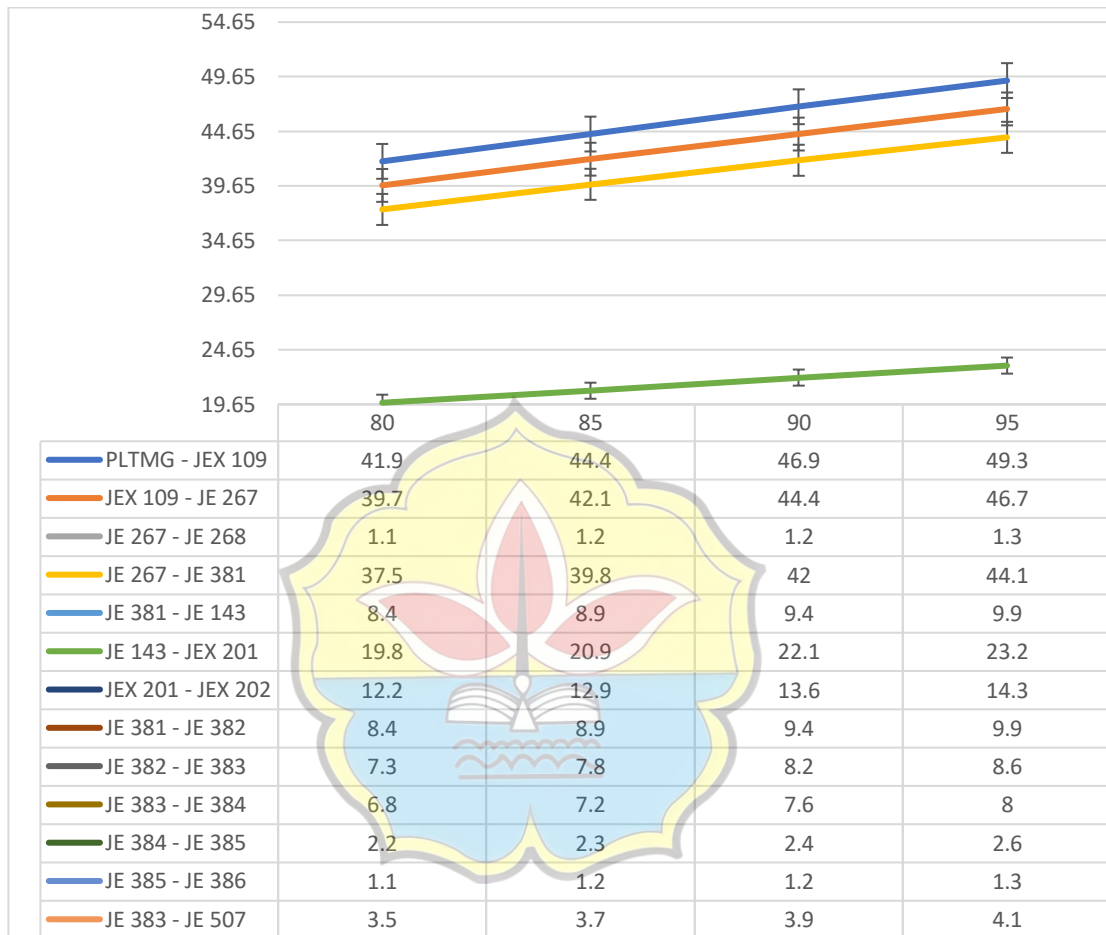
Tabel 4.2 Hasil Simulasi Arus

No	Lokasi	Asumsi Semua Beban Trafo (%)			
		80	85	90	95
		Arus (A)	Arus (A)	Arus (A)	Arus (A)
1	PLTMG - JEX109	41.9	44.4	46.9	49.3
2	JEX109 - JE267	39.7	42.1	44.4	46.7
3	JE267 - JE268	1.1	1.2	1.2	1.3
4	JE267 - JE381	37.5	39.8	42	44.1
5	JE381 - JE143	8.4	8.9	9.4	9.9
6	JE143 - JEX201	19.8	20.9	22.1	23.2
7	JEX201 - JEX202	12.2	12.9	13.6	14.3
8	JE381 - JE382	8.4	8.9	9.4	9.9
9	JE382 - JE383	7.3	7.8	8.2	8.6
10	JE383 - JE384	6.8	7.2	7.6	8
11	JE384 - JE385	2.2	2.3	2.4	2.6
12	JE385 - JE386	1.1	1.2	1.2	1.3
13	JE383 - JE507	3.5	3.7	3.9	4.1



Berikut ini disajikan hasil simulasi pada *software* ETAP berupa grafik :

Grafik Hasil Simulasi *Software* ETAP



Gambar 4.3 Hasil Simulasi Arus Terhadap Perubahan Persentase Beban

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan hasil pembahasan yang telah dilakukan maka di peroleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Semakin besar persentase beban trafo maka tegangan semakin kecil. Tegangan terkecil pada titik JE383 – JE507 yang terletak di ujung saluran sebesar 19.719 kV pada asumsi beban 95%.
2. Semakin besar persentase beban trafo maka semakin besar arus. Arus terbesar terletak pada pangkal yaitu dititik PLTMG – JEX109 sebesar 49.2 A pada asumsi beban 95%.

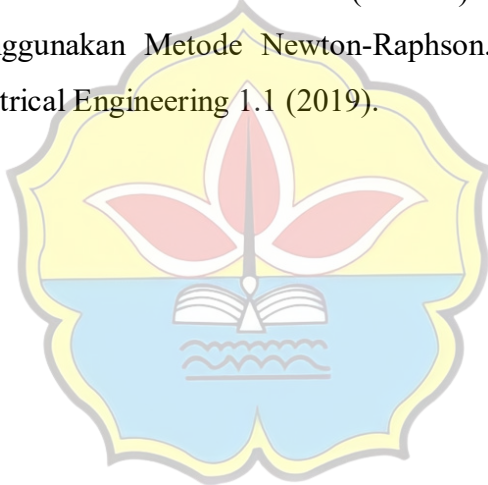
5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dari data yang diperoleh yang dapat membangun pada penulisan proyek akhir ini, oleh karena itu penulis mengajukan saran untuk kemajuan pada penelitian ini, yaitu untuk penelitian berikutnya sebaiknya beban trafo sesuai dengan beban data real PLN.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Indrawan, Kurnia. "Analisa Aliran Daya Sistem Kelistrikan Pada PT." *PLN Persero Unit Pembantu Sektor Medan Titi Kuning Menggunakan Software ETAP*. Medan: Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (2018).
- [2] Haurissa, Marceau AF. "SIMULASI ALIRAN DAYA BERBASIS ETAP MENGGUNAKAN METODE NEWTON-RAPHSON PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20KV PENYULANG LATERI 2 DAN LATERI 3." *Jurnal ELKO (Elektrikal dan Komputer)* 4.1 (2023).
- [3] Al-afifi, Umar Faruq. "Analisa Aliran Daya pada Sistem Tenaga Listrik menggunakan ETAP 12.6." *SainETIn: Jurnal Sains, Energi, Teknologi, dan Industri* 6.1 (2021): 16-22.
- [4] Hasibuan, Arnawan, et al. "Analisa Aliran Daya Pada Sistem Tenaga Listrik Dengan Metode Fast Decoupled Menggunakan Software Etap." *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro* 3.1 (2020): 37-45.
- [5] Haryadi, Eko Budi. "Perbaikan Faktor Daya Menggunakan Kapasitor Bank Pada Peralatan Rumah Tangga." *Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta* (2015).
- [6] IBRAHIM, MOHAMAD FIKRI. "Studi Aliran Daya Tiga Fasa dengan Mempertimbangkan Transformator Distribusi Hubung Belitan Delta-Delta pada Penyulang Katu Gardu Induk Menggala." (2016).
- [7] Kurniawan, Rizky, Slamet Hani, and Samuel Kristiyana. "Analisa Aliran Daya Pada Sistem Tenaga Listrik Di PT. Kirana Megatara Menggunakan Software Electric Transient and Analysis Program (ETAP) 12.6." *Jurnal elektrikal* 6.1 (2019): 62-69.

- [8] Saefrudin, Deni. "Analisis Elektrik Load Flow (Aliran Daya Listrik) Dalam Sistem Tenaga Listrik Menggunakan Software ETAP Power Station 4.00 Di Pt. Lokatex Pekalongan." *Edu Elektriika Journal* 4.1 (2015).
- [9] Supriyadi, Ali. "Analisa Aliran Daya Pada Sistem Tenaga Listrik Menggunakan Software ETAP 12.6." *Swara Patra: Majalah Ilmiah PPSDM Migas* 6.3 (2016).
- [10] Otniel, Fredo, Nundang Busaeri, and Sutisna Sutisna. "Analisa Aliran Daya Sistem Tenaga Listrik pada Bagian Penyulang 05ee0101a Di Area Utilities II PT. Pertamina (Persero) Refinery Unit Ivcilacap Menggunakan Metode Newton-Raphson." *Journal of Energy and Electrical Engineering* 1.1 (2019).



L

A

M

P

I

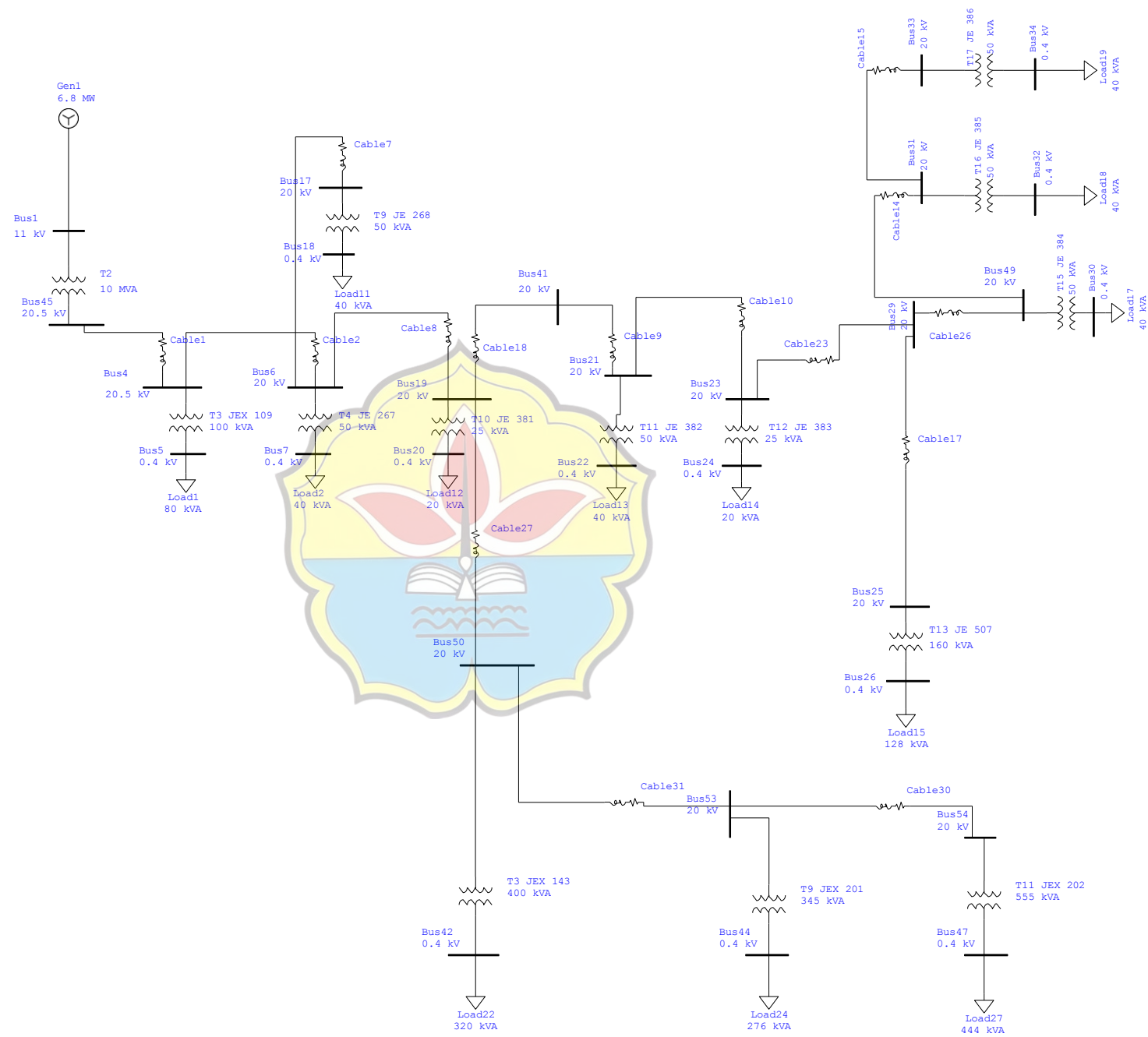
R

A

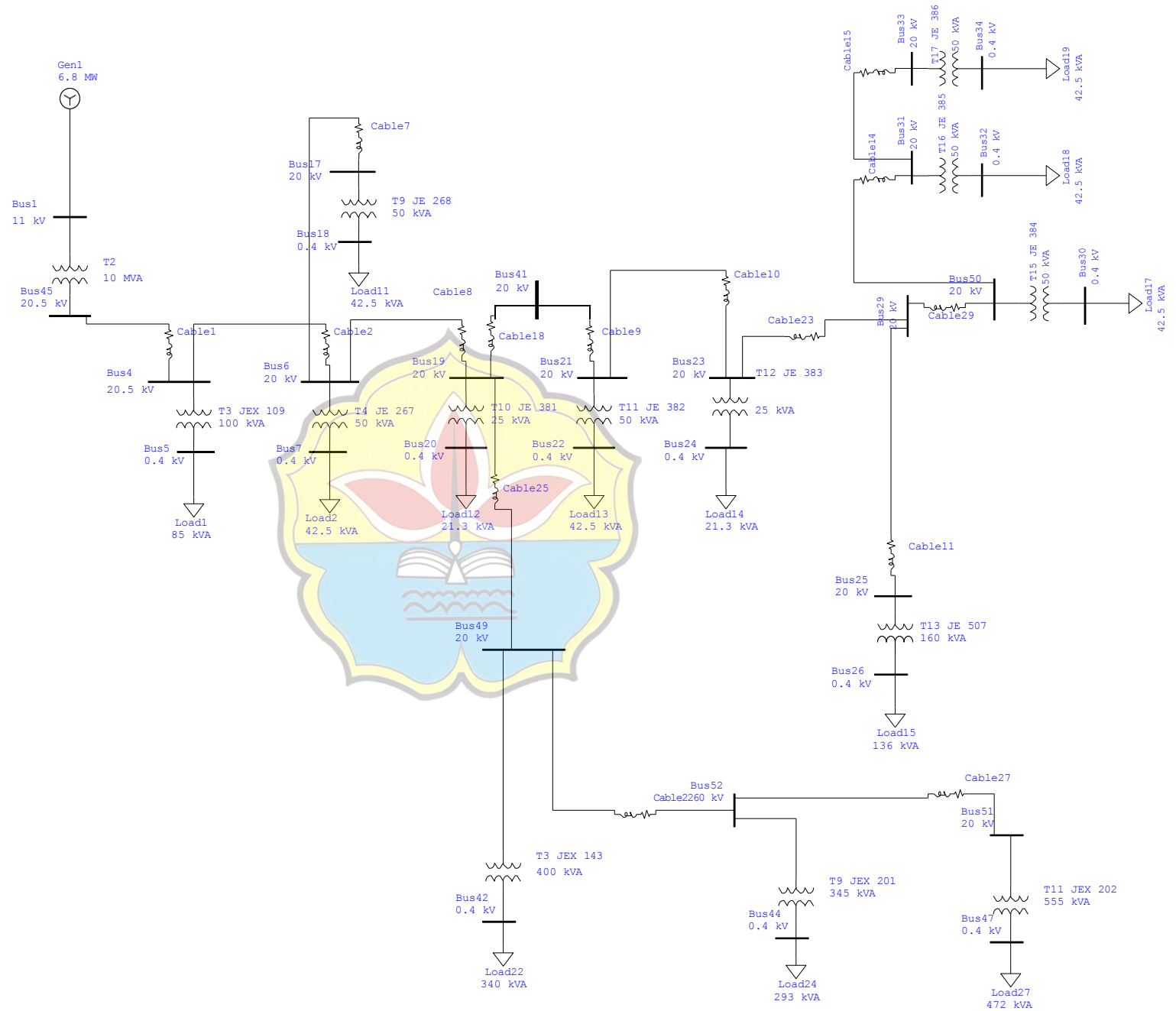
N



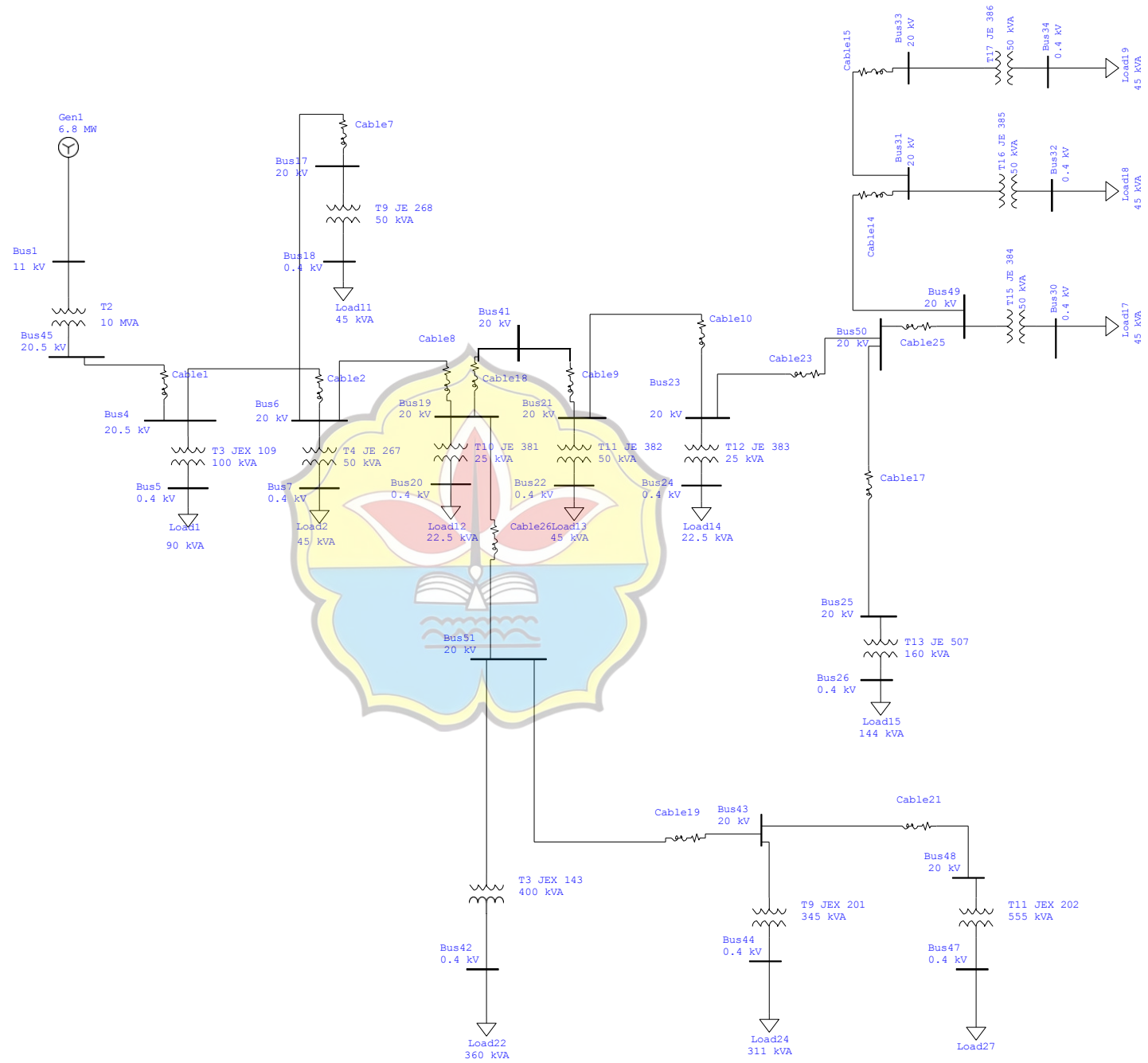
One-Line Diagram - OLV1 (Load Flow Analysis)



One-Line Diagram - OLV1 (Edit Mode)



One-Line Diagram - OLV1 (Load Flow Analysis)



One-Line Diagram - OLV1 (Edit Mode)

